SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 33 novembre/décembre 2002

RÉDUIRE L'EFFET DES DÉCHETS SUR LE CLIMAT

Si la plupart des Canadiens savent qu'en brûlant des combustibles fossiles dans leurs automobiles et leurs maisons, ils produisent des émissions qui contribuent aux changements climatiques, peu d'entre eux réalisent que les ordures qu'ils sortent chaque semaine sont aussi au banc des accusés. De fait, le secteur des ordures est à l'origine de 3,5 p. 100 de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre produites au pays.

Bien que le recyclage et le compostage permettent actuellement au Canada d'éviter l'élimination d'environ 29 p. 100 de ses déchets solides, il en reste 71 p. 100 qui sont d'ordinaire enfouis ou brûlés. Ces deux façons de procéder entraînent le rejet de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, qui emprisonnent et retiennent la chaleur du soleil et créent ainsi un effet de réchauffement sur la terre.

Les décharges sont responsables de la majeure partie de ces rejets, produisant de près de un quart de l'ensemble des émissions de méthane au Canada. Le méthane se dégage de matières organiques profondément enfouies sous des couches de déchets et de terre où elles se décomposent en l'absence d'oxygène, c'est-à-dire en anaérobie. Quoique le brûlage des déchets ne génère pas de méthane, il est la cause de près de un pour cent de toutes les émissions canadiennes de dioxyde de carbone et d'oxyde nitreux.

Le dioxyde de carbone est le gaz à effet de serre le plus abondant, mais le méthane et l'oxyde nitreux sont beaucoup plus puissants : leur potentiel de réchauffement de la planète est de 21 fois et de 310 fois plus grand, respectivement, que celui du dioxyde de carbone. Les trois composés font partie des substances visées par le Protocole de Kyoto, qui a pour but de réduire les émissions de gaz à effet de serre des pays les plus industrialisés avant 2010. Les autres œufs dans le panier de Kyoto sont ces composés extrêmement puissants et persistants, les hydrofluorocarbures, les hydrocarbures perfluorés et les hexafluorures de soufre, qui servent surtout à des fins industrielles diverses.

Les réductions d'émissions attribuables à la récupération des déchets ne sont pas directement inscrites dans l'inventaire des gaz à effet de serre du Canada, de sorte qu'elles ne nous aident pas à respecter les engagements de Kyoto. Par contre, les activités de récupération peuvent contribuer de façon notable à limiter les effets de la gestion des déchets sur les changements climatiques. Afin d'aider les municipalités et d'autres groupes à poursuivre cet objectif, Environnement Canada a mis au point une analyse du cycle de vie pour évaluer l'impact de différentes méthodes de gestion des déchets et des matières recyclées sur les émissions de gaz à effet de serre. Les six méthodes sont la réduction à la source, le recyclage, le compostage, la digestion anaérobie, la combustion et l'enfouissement tandis que les matières sont le papier, le métal, le verre, le plastique et la matière organique.

Compactage de déchets dans une décharge. L'enfouissement est une des six méthodes qui ont fait l'objet d'une comparaison dans une étude récente d'Environnement Canada consacrée aux effets de la gestion des déchets sur les émissions de gaz à effet de serre.

Pour déterminer les émissions nettes de gaz à effet de serre, on a additionné la quantité d'émissions liée à la gestion de chaque matière, tant en amont qu'en aval de l'élimination, en incluant les émissions liées à l'énergie consommée durant l'extraction des matières premières et les procédés de fabrication des matières. Ensuite, on a soustrait tous les facteurs qui font contrepoids à ces émissions — y compris les augmentations de carbone stocké dans les forêts et le sol, ce qui réduit la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, et l'énergie récupérée, qui permet de brûler moins de combustibles fossiles.

L'étude révèle que les méthodes de gestion en aval, telles que l'enfouissement, la combustion et la digestion anaérobie, ont des répercussions importantes lorsqu'elles s'appliquent au papier, au plastique et à la matière organique, mais presque aucune dans le cas du métal et du verre. Comme il fallait s'y attendre, l'étude démontre

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

3 La lutte contre la pollution des eaux par les villes
4 Oui, l'huile et l'eau peuvent se mélanger
5 Des réseaux de gènes à la rescousse des toxicologues
6 Mais où sont nos tourbières?
7 Un déménagement qui favorisera la collaboration avec les universitaires
8 Pour un processus décisionnel durable

Suite de la page 1

également que la méthode de loin la plus efficace pour éviter des émissions à tous les stades du cycle de vie d'une matière consiste en premier lieu à ne pas produire cette matière. La réutilisation des matières permet aussi d'éviter l'élimination, au moins de façon temporaire.

En ce qui concerne les matières déjà sur le marché, le recyclage peut grandement contribuer à réduire les gaz à effet de serre puisque les matières recyclées remplacent certaines des matières premières qui entrent dans le procédé de fabrication. En utilisant des matières recyclées, on ne fait pas que limiter la quantité d'émissions produites durant l'extraction des matières premières qui servent à leur fabrication, mais on réduit également l'énergie consommée durant la fabrication. En ce qui a trait aux matières qui exigent une première transformation intensive, telles que l'acier, le plastique et l'aluminium, le recyclage peut permettre de réduire les émissions d'environ deux tonnes d'équivalents en dioxyde de carbone par tonne de produit. Au recyclage de papier correspond en outre une hausse du stockage de carbone puisqu'un plus grand nombre d'arbres peuvent continuer de croître dans la forêt.

Le compostage est une méthode qui ne peut s'employer que pour les déchets alimentaires et les résidus de jardin. Il entraîne la décomposition aérobie et, par conséquent, ne produit aucune émission de méthane et qu'une faible quantité de dioxyde de carbone. Comme les matières compostées proviennent de plantes et d'arbres, on considère toutefois que le dioxyde de carbone qui s'en dégage fait partie du cycle naturel du carbone et n'est pas une émission ajoutée. Un certain stockage de carbone résulte aussi de l'ajout de compost au sol.

On trouve au Canada très peu d'installations de digestion anaérobie, laquelle permet d'accélérer la décomposition des déchets organiques solides — y compris le papier et le carton — dans un milieu dépourvu d'oxygène. À l'instar des lieux d'enfouissement, qui subissent un procédé semblable mais à un rythme beaucoup plus lent, les installations de digestion anaérobie rejettent du méthane. Le gaz est capté et utilisé comme énergie, et il remplace donc le brûlage des combustibles fossiles. De plus, lorsque de la matière décomposée est ajoutée au sol, une petite quantité de carbone est stockée.

L'incinération est une méthode d'élimination moins courante pour tous les types de déchets solides et elle donne lieu à des émissions de dioxyde de carbone et d'oxyde nitreux. Vu que les matières d'origine végétale font partie du cycle naturel du carbone, on tient compte uniquement des émissions attribuables aux produits dont la fabrication a nécessité le brûlage de combustibles fossiles. La combustion des déchets peut permettre d'économiser les combustibles fossiles en remplaçant ceux-ci dans les industries environnantes ou en servant à produire de l'électricité.

	Réduction à la source (Mélange actuel de produits)	Recyclage	Compostage	Digestion anaérobie	Combustion
Papier journal	(2,40)	(1,46)	S.O.	0,85	0,98
Papier fin	(0,66)	(4,17)	S.O.	(1,34)	(1,27)
Carton	(5,15)	(3,40)	S.O.	(0,37)	(0,40)
Autres papiers	(5,83)	(3,77)	S.O.	(0,79)	(0,82)
Aluminium	(1,40)	(1,93)	S.O.	0,00	0,01
Acier	(1,59)	(0,90)	S.O.	0,00	(0,78)
Verre	(0,29)	(0,07)	S.O.	0,00	0,01
PE hd	(1,77)	(1,40)	S.O.	0,00	2,39
Pétrole	(2,72)	(2,82)	S.O.	0,00	1,99
Autres plastiques	(2,00)	(1,11)	S.O.	0,00	2,27
Restes de nourriture	S.O.	S.O.	(0,74)	(0,91)	(0,76)
Résidus végétaux	S.O.	S.O.	0,36	0,11	0,32

Émissions de gaz à effet de serre attribuables à cinq méthodes de gestion des déchets solides urbains comparativement aux émissions produites par une sixième méthode, l'enfouissement. Les chiffres représentent des tonnes d'équivalents en dioxyde de carbone par tonne de matière. Les chiffres entre parenthèses correspondent à des quantités négatives.

L'enfouissement est la méthode d'élimination des déchets la plus courante et, dans bien des cas, celle qui produit le plus d'émissions...

L'enfouissement est la méthode d'élimination des déchets la plus courante et, dans bien des cas, celle qui produit le plus d'émissions si aucune installation de captage des gaz d'enfouissement n'a été prévue. Lorsque du papier et d'autres matières organiques sont enfouis, ils se décomposent partiellement en anaérobie et libèrent du méthane. Bien que 41 lieux d'enfouissement au Canada captent le gaz et le brûlent ou l'utilisent pour produire de l'électricité, la majeure partie des émissions de méthane sont rejetées dans l'atmosphère. Il en résulte un stockage de carbone à long terme, car les matières organiques ne se décomposent pas complètement et les métaux ainsi que les plastiques demeurent inaltérés.

Les coefficients d'émissions établis durant l'analyse du cycle de vie mise au point par Environnement Canada sont fondés sur des moyennes nationales et ne devraient pas servir à calculer les réductions de gaz à effet de serre de municipalités particulières. Cependant, ces coefficients s'avèrent très utiles si l'on veut procéder à une comparaison générale de scénarios actuels et de scénarios possibles de gestion des déchets. Par exemple, le fait de recycler une tonne d'aluminium au lieu de l'enfouir ferait réaliser des économies d'émissions égales à approximativement deux tonnes de dioxyde de carbone — assez pour remplir une patinoire de hockey jusqu'en haut de la bande. Si l'on remplace l'aluminium par du papier fin ou du carton, les économies doublent presque. En revanche, s'il s'agit de plastique, l'enfouissement l'emporte sur l'incinération : on économise quelque deux tonnes d'équivalents en dioxyde de carbone par tonne de matières éliminées.

Bien que les chiffres correspondant à chaque méthode et matière ne soient que des estimations, il est clair que les méthodes en amont telles que la réduction à la source et le recyclage, qui permettent de récupérer les déchets plutôt que de les éliminer, offrent le meilleur potentiel de réduction des émissions des gaz à effet de serre. Si le Canada ne faisait que maintenir son taux de récupération actuel, il pourrait réduire ses émissions de 2,9 millions de tonnes d'équivalents en dioxyde de carbone d'ici 2010 et, en portant ce taux à 50 ou à 75 p. 100, il atteindrait un total de 5,1 millions et de 6,9 millions de tonnes, respectivement. La récupération permet en outre d'améliorer la qualité de l'air et de réduire la pollution de l'eau, la quantité de substances toxiques et de terrains transformés en lieux d'enfouissement et, enfin, les coûts d'élimination.

Quel que soit le mélange de matières en jeu ou l'éventail de méthodes disponibles, ces analyses du cycle de vie aideront le secteur des déchets à élaborer des approches de gestion plus efficaces et plus intégrées, qui contribueront à réduire l'incidence des déchets sur les changements climatiques et sur notre environnement en général. S-E

LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX PAR LES VILLES

Lorsque des eaux d'égout brutes sont accidentellement rejetées dans les cours d'eau ou les lacs, elles peuvent polluer l'eau en y introduisant des quantités tellement élevées de coliformes fécaux et d'autres agents pathogènes qu'il devient parfois nécessaire de fermer les plages environnantes. Pourtant, dans certaines villes canadiennes, des rejets d'eau d'égout ont lieu plusieurs fois par année — non pas par accident, mais à dessein.

Lorsqu'il pleut, l'eau qui ruisselle des rues, des toits et des parcs de stationnement pénètre dans des égouts unitaires, qui recueillent et transportent aussi bien les eaux usées de la ville que ses eaux pluviales. La construction de ce type d'égout était pratique courante jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, et on en trouve encore dans les vieux quartiers de nombreuses villes canadiennes, dont Vancouver, Edmonton, Winnipeg, Toronto, Ottawa, Montréal, Québec et Halifax. Lorsque le volume des eaux excède la capacité des égouts, ou qu'un débit trop élevé risque de menacer des portions du réseau situées en aval de celui-ci (comme la station d'épuration), des trop-pleins d'égouts unitaires (TPEU) évacuent le surplus dans des eaux réceptrices voisines.

Cet égout unitaire d'un vieux quartier résidentiel de Hamilton, en Ontario, rejette son contenu dans un petit ruisseau qui arrose le secteur de Cootes Paradise, dans le port de Hamilton.

Le mélange ainsi rejeté d'eau de pluie, d'eaux usées brutes et de boues d'égout entraînées par le flot pollue les eaux réceptrices. Le long du secteur riverain de Toronto, par exemple, les rejets d'égouts unitaires sont la principale cause de la fermeture des plages publiques durant, et immédiatement après, les chutes de pluie. Dans la région des Grands Lacs, cette pollution est un obstacle de taille à la restauration des secteurs préoccupants, tels que le port de Hamilton. La résolution du problème par des méthodes traditionnelles, comme la séparation des égouts, nécessiterait des dépenses prohibitives. En effet, on estime celles-ci à plus de trois milliards de dollars rien que dans le cas de Toronto.

Les chercheurs de l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada ont fait équipe avec le Fonds de durabilité des Grands Lacs et d'autres partenaires pour aider les municipalités des Grands Lacs à trouver des stratégies novatrices pour réduire la pollution par les TPEU, qui protégeront leurs eaux réceptrices tout en limitant les frais au minimum. De tels partenariats fonctionnent déjà à Windsor, Toronto, Niagara Falls et Welland, et des négociations sont en cours à Hamilton.

Le travail débute par une évaluation du problème à chaque endroit. À Niagara Falls, par exemple, les premières constatations semblent indiquer qu'il est possible de limiter la pollution grâce à une méthode de traitement à forte charge dont le coût serait inférieur d'environ 80 p. 100 à celui de la séparation des égouts. On est en train de procéder à une étude en laboratoire de cette méthode — qui utilise des produits chimiques pour traiter le rejet et favoriser la sédimentation — afin de déterminer les meilleurs coagulants et floculants à utiliser dans ce cas particulier.

À Toronto, des études sur le traitement chimique à forte charge révèlent qu'il pourrait permettre de réaliser des économies importantes sur les coûts de réduction de la pollution. Une modernisation peu coûteuse des installations de North Toronto a déjà considérablement amélioré leur capacité de traitement, tandis qu'une modélisation par ordinateur détaillée de ces installations a permis de découvrir des possibilités de transformations qui pourraient encore augmenter la capacité de traitement de la station et améliorer son efficacité. En procédant à des essais sur place du traitement à forte charge, les chercheurs étudient le dosage optimum des produits chimiques qui assurera un traitement efficace de l'effluent traité et son innocuité pour l'environnement. À Windsor, l'expérience confirme également que le traitement à forte charge permettra de réaliser des économies dans les efforts de réduction de la pollution causée par les TPEU. Grâce à l'utilisation de produits chimiques, cette ville pourra se contenter d'installations plus petites et moins coûteuses.

Afin de permettre aux municipalités de choisir elles-mêmes les méthodes de traitement qui répondront le mieux aux contraintes et aux objectifs locaux, l'équipe de chercheurs est en train de créer un catalogue des technologies de traitement des rejets de TPEU. Combiné avec les études effectuées par l'équipe dans ses laboratoires et sur le terrain, cet outil servira de guide scientifique et technique à une réduction fructueuse de la pollution par les TPEU dans la région des Grands Lacs et contribuera un jour à protéger les écosystèmes aquatiques de tout le Canada contre les effets de la pollution urbaine. Sol

OUI, L'HUILE ET L'EAU PEUVENT SE MÉLANGER

L'opinion courante voulant que l'huile et l'eau ne puissent se mélanger ne s'applique pas toujours aux hydrocarbures déversés en mer. En fait, dans certaines circonstances, ces deux éléments peuvent se combiner pour créer un tapis quasi solide de boue toxique au volume plus de trois fois supérieur à celui de la nappe d'hydrocarbures initiale.

L'émulsion d'eau de mer dans une nappe d'hydrocarbures, baptisée « mousse au chocolat » à cause de sa similitude d'aspect avec le dessert bien connu, pose un problème de nettoyage cauchemardesque. En effet, les modifications apportées par le processus d'émulsion aux propriétés physiques et chimiques des hydrocarbures provoquent une évaporation et une biodégradation qui ralentissent ou empêchent la dissolution dans l'eau de leurs composants solubles. La nappe devient ainsi trop épaisse pour qu'on puisse la disperser, la brûler ou la recueillir au moyen de récupérateurs, et il faut recourir à la chaleur ou à des produits chimiques pour la décomposer, ou encore la ramasser à la main pour l'enfouir comme déchet dangereux.

En connaissant les conditions exactes qui sont à l'origine des émulsions, les chercheurs peuvent mettre au point des méthodes plus efficaces et plus économiques pour prévenir les déversements ou y remédier.

On ne savait pas grand-chose des émulsions d'eau dans les hydrocarbures jusqu'à ce qu'Environnement Canada commence à les étudier il y a plus de 15 ans. Après avoir effectué des centaines d'expériences en laboratoire et analysé des échantillons de déversements prélevés dans le monde entier, les chercheurs du Centre de technologie environnementale (CTE) du Ministère ont pénétré le secret de l'origine et de la formation de ces émulsions. Au cours des deux dernières années, leurs constatations ont été confirmées dans des situations « réelles » grâce à des essais en bassin à grande échelle effectués avec la collaboration du *Minerals Management Service* américain.

L'émulsion est le processus par lequel un liquide est dispersé dans un autre sous forme de minuscules gouttelettes. Dans le cas d'un déversement, c'est l'action des vagues qui fait pénétrer les gouttelettes d'eau dans la nappe d'hydrocarbures — un peu comme le vinaigre et l'huile se combinent temporairement lorsqu'on agite une bouteille de vinaigrette. Si la nappe d'hydrocarbures est trop visqueuse, c'est-à-dire si elle est trop épaisse et s'écoule trop lentement, l'eau sera incapable d'y pénétrer. Si, au contraire, sa viscosité est insuffisante, les deux éléments se mélangeront, mais auront tôt fait de se séparer de nouveau.

L'autre facteur qui exerce une influence considérable sur l'émulsion est la teneur en asphaltènes et en résines des

Dans le laboratoire du Centre de technologie environnementale, des chercheurs créent une « mousse au chocolat » afin d'étudier le processus de formation des émulsions d'eau dans les hydrocarbures déversés en mer.

hydrocarbures déversés. Ces constituants gommeux des hydrocarbures, qui sont attirés par l'eau, contribuent à stabiliser les émulsions en liant les deux composants. Plus la viscosité de la nappe d'hydrocarbures permet à l'eau d'y séjourner longtemps, et plus cette liaison chimique est susceptible de se produire. Par contre, si l'émulsion contient un pourcentage élevé de composés aromatiques (une autre catégorie de produits chimiques qu'on trouve dans les hydrocarbures), ceux-ci peuvent réduire cet effet en stabilisant les asphaltènes et les résines avant que le processus de liaison ne se déclenche.

Alors que le gasoil possède à la fois une viscosité réduite et une faible teneur en asphaltènes et en résines, le pétrole brut et le mazout intermédiaire sont plus visqueux et contiennent une proportion supérieure de ces liants. Ils sont donc plus susceptibles de former des émulsions en cas de déversement. En 1999, l'un des déversements les plus catastrophiques depuis celui de *l'Exxon Valdez* s'est produit au large de la côte française lorsque le pétrolier *Erika* a répandu dans l'océan quelque 15 000 tonnes de mazout intermédiaire qui ont formé avec l'eau une quantité massive d'émulsion.

Les chercheurs du CTE ont découvert que les mélanges d'eau et d'hydrocarbures prennent quatre formes différentes. Premièrement, une petite partie de l'eau peut se dissoudre complètement dans la nappe d'hydrocarbures pour créer une solution permanente contenant jusqu'à un pour cent d'eau. Deuxièmement, si la viscosité est suffisante, mais que la proportion d'asphaltènes et de résines ne l'est pas, le mélange peut se transformer en une émulsion instable que la viscosité seule maintient durant quelques minutes ou quelques heures. Troisièmement, on voit apparaître une émulsion semi-stable lorsque la nappe d'hydrocarbures possède une teneur en asphaltènes et en résines égale à au moins trois pour cent de son poids ainsi qu'une viscosité suffisante. Ce type d'émulsion, qui se signale par une viscosité de 20 à 80 fois supérieure à celle de la nappe d'hydrocarbures initiale, met généralement quelques jours à se décomposer. Par ailleurs, une partie des émulsions semi-stables peuvent se transformer en émulsions stables — la quatrième forme de mélange d'eau et d'hydrocarbures. Ces émulsions stables exigent au moins huit pour cent d'asphaltènes et sont 500 à 1000 fois plus visqueuses que la nappe d'hydrocarbures initiale. De telles émulsions quasi solides peuvent mettre des mois ou des années à se décomposer naturellement.

En plus d'apprendre à mieux connaître la façon dont l'huile et l'eau se mélangent, les experts en déversements d'Environnement Canada sont en train d'explorer d'autres aspects importants du problème, dont les effets de la salinité et de la température sur la formation des émulsions. S•E

DES RÉSEAUX DE GÈNES À LA RESCOUSSE DES TOXICOLOGUES

À Vancouver, des scientifiques d'Environnement Canada se servent de lames de microscope parsemées de gènes choisis pour étudier les effets des composés toxiques présents dans le ruissellement des terres agricoles, les effluents industriels et les eaux usées municipales sur des organismes aquatiques.

Tout comme les gènes influencent des caractéristiques telles que la couleur des yeux et la taille, ils agissent sur l'ensemble des fonctions organiques — allant de la respiration à la reproduction. Lorsque certains gènes sont exposés à des substances toxiques durant un stade crucial du développement, leur expression ou, en d'autres termes, le processus par lequel leurs renseignements codés sont transmis aux cellules de l'organisme, peut s'en trouver altéré.

L'écotoxicologie traditionnelle détermine la toxicité en fonction de variables telles que la mortalité, le taux de reproduction, la croissance et les réponses comportementales. Les études génomiques, par ailleurs, révèlent les effets nocifs éventuels d'une substance chimique au niveau moléculaire ou fonctionnel.

Bien que la toxicogénomique existe depuis plus de deux décennies, il était jusqu'à récemment peu pratique d'appliquer les renseignements recueillis et les méthodes élaborées à l'aide du processus de cartographie du génome humain à l'écotoxicologie. Mais maintenant, des génomes complets de nombreux organismes ont été cartographiés et des milliers d'autres séquences de gènes sont à notre disposition. Les scientifiques, qui devaient autrefois se contenter d'étudier un petit nombre de gènes à la fois, peuvent aujourd'hui suivre des centaines de gènes simultanément.

Depuis 1999, les scientifiques du Centre des sciences environnementales du Pacifique d'Environnement Canada, en collaboration avec les universités de Victoria et de Waterloo et le centre de la prostate de l'hôpital général de Vancouver, tirent parti des dernières découvertes de la génomique pour étudier les effets des perturbateurs endocriniens sur la truite arc-en-ciel et les ouaouarons qui vivent dans la vallée du Fraser. Ces perturbateurs endocriniens — des substances chimiques qui comprennent les pesticides et les stérols — interfèrent avec les fonctions régulatrices des systèmes immunitaire, nerveux et endocrinien en mimant ou en inhibant les hormones naturelles. Les poissons et les grenouilles sont particulièrement sensibles à ce genre de perturbations parce qu'ils vivent tous deux en milieu aquatique, et peuvent être exposés aux effluents qui contiennent des substances chimiques durant les stades critiques de leur développement.

Des ensembles de gènes appelés réseaux de gènes servent à surveiller les effets de ces substances chimiques. Alors que la plupart des études d'écotoxicologie sont réalisées avec des réseaux de gènes choisis au hasard, le projet d'Environnement Canada met l'accent sur des familles de gènes spécifiques — comme celles liées au cancer, à la suppression des tumeurs et au fonctionnement des glandes endocrines — qui modèlent les systèmes clés touchés par ces perturbateurs endocriniens. Le réseau de gènes spécialement conçu pour les ouaouarons comprend plus de 450 gènes et celui de la truite arc-en-ciel, environ 150.

Des essais sont effectués en laboratoire avec des effluents prélevés sur place ou dont les concentrations reproduisent celles mesurées dans le milieu récepteur. Pour les poissons, l'exposition débute lorsque les œufs sont fertilisés et se poursuit jusqu'à ce que les alevins s'alimentent eux-mêmes — une période qui dure environ deux mois. Pour les grenouilles, les têtards nouvellement éclos sont exposés aux perturbateurs jusqu'à ce qu'ils deviennent des grenouillettes. Au cours de certaines études, on a soumis de jeunes truites d'un an à l'action de l'effluent afin de pouvoir mesurer les différences des effets à ce stade plus avancé du cycle de vie.

Le réseau de gènes, qui est constitué de gènes choisis prélevés sur un organisme ou composé de séquences de gènes connues, est fixé sur une lame de microscope. Ensuite, des acides nucléiques du tissu exposé sont extraits et étiquetés avec de la teinture fluorescente. Lorsqu'ils sont déposés sur la lame, les acides se combinent avec les gènes qui ont la même séquence d'acide désoxyribonucléique (ADN) qu'eux — un phénomène appelé hybridation.

Enfin, la lame hybridée est glissée dans un scanner. Les différents jeux de lumière que forment les teintures indiquent si les gènes qui ont été exposés aux substances chimiques sont surexprimés ou sous-exprimés par rapport à des gènes normaux. Dans l'affirmative, on peut supposer que l'organisme a été perturbé par la substance chimique.

Non seulement les résultats de ces recherches aideront les décideurs à établir des normes pour limiter le rejet de substances nocives dans l'environnement, mais ils contribueront aussi à éviter que des anomalies génétiques ne se transmettent aux générations futures. SoE

Dans des bassins en laboratoire, on soumet des truites arc-en-ciel à l'action d'un effluent afin de déterminer comment l'exposition à des produits chimiques toxiques perturbe l'organisme au niveau moléculaire durant des stades cruciaux de leur cycle de vie.

MAIS OÙ SONT NOS TOURBIÈRES?

À l'instar des forêts tropicales humides, les terres humides comptent parmi les écosystèmes les plus productifs au monde. Des centaines d'espèces animales et végétales vivent grâce à la présence de niches écologiques diversifiées qui regorgent de nourriture et d'eau. Les terres humides servent aussi de filtres naturels en purifiant l'eau qui coule dans nos lacs, nos cours d'eau et nos puits, en plus d'offrir diverses possibilités de loisirs.

Gros plan d'une carte de l'Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent montrant la répartition des forêts inondées, des marais et des tourbières autour de la réserve de la biosphère du lac Saint-Pierre.

Au cours du siècle dernier, l'intensification des activités agricoles a toutefois provoqué la dégradation ou la disparition de 80 à 98 p. 100 des terres humides en milieu rural canadien. Dans la région agricole intensive du sud du Québec, plus de 4 000 hectares d'habitats marécageux situés le long du fleuve Saint-Laurent ont été endommagés ou détruits. Dans d'autres parties de la vallée du Saint-Laurent, on a redressé 45 000 kilomètres de cours d'eau et drainé plus de 1,5 million d'hectares de terres.

Parce qu'il est essentiel de savoir où sont situées les terres humides qui restent au Canada pour pouvoir conserver ces habitats en voie de disparition dans des paysages dominés par les humains, Environnement Canada, l'Agence spatiale canadienne, Canards Illimités et Habitat faunique Canada collaborent depuis 1999 à l'élaboration du premier *Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent.*

L'équipe de recherche a employé une nouvelle méthode de classification, l'analyse hiérarchique par arbre de décision, pour combiner des images prises par les satellites Landsat et RADARSAT avec des données digitales hydrologiques et topographiques et des renseignements provenant de sources diverses, notamment d'observations sur le terrain, de cartes forestières et d'études de la végétation. Ainsi ont vu le jour des cartes au 1 / 50 000 qui représentent le paysage agricole de 68 municipalités régionales des vallées du Saint-Laurent et de l'Outaouais — une région de plus de 40 000 km².

En plus d'indiquer avec exactitude l'emplacement de quelque 20 000 terres humides, l'atlas électronique (qui sera disponible sur la Voie verte d'Environnement Canada) fournira l'étendue, la forme et le type de chacune d'elles—des tourbières aux marécages en passant par les marais, les eaux peu profondes et les terres agricoles inondées. L'atlas contiendra également la définition des divers types de terres humides et de leurs rôles ainsi que des données statistiques et descriptives sur des régions particulières (nombre de terres humides, catégorie, superficie moyenne, etc.) et des options de conservation. Il permettra enfin aux utilisateurs de puiser dans la base de données pour dresser leurs propres cartes.

Le lancement est prévu en février 2003 lors la Conférence nationale sur l'intendance des terres humides du Canada qui aura lieu à Ottawa. L'atlas aidera les gestionnaires des terres provinciaux et municipaux et les organisations non gouvernementales à prendre des décisions éclairées concernant l'exploitation et la conservation des terres humides dans le sud du Québec et ouvrira la voie à un inventaire canadien des terres humides. S•E

QU'EST-CE QUE CE NOM SIGNIFIE?

Quelle est la différence entre un marais et un marécage? Vous pataugez? La signification de tourbière vous laisse perplexe? Voici comment ces termes sont définis d'après le Système canadien de classification des terres humides :

Le **bog** (tourbière ombrothrophe) est un type de terre humide aux eaux acides où s'accumulent d'épais dépôts de tourbe. Le bog est dominé par des sphaignes peu décomposées, des arbustes et, parfois, des fleurs sauvages. Le **fen** (tourbière minérotrophe) ressemble au bog, mais les espèces végétales y sont plus variées et les plantes, plus abondantes.

Le **marécage** est un type de terre humide situé près des lacs et des cours d'eau. Son couvert forestier ou arbustif représente au moins 30 p. 100 de sa superficie et on y trouve une grande variété d'espèces végétales. Le **marais** est l'habitat en terre humide le plus courant d'Amérique du Nord. Recouvert d'une couche peu profonde d'eau de surface qui varie en fonction des marées, des inondations, de l'évapotranspiration et du débit d'eau, il est constitué d'une mosaïque de minuscules peuplements végétaux, d'étendues d'eaux libres et d'espaces boueux.

Les **eaux peu profondes** sont des zones humides qui font la transition entre les marécages et les étendues d'eaux libres et profondes.

UN DÉMÉNAGEMENT QUI FAVORISERA LA COLLABORATION AVEC LES UNIVERSITAIRES

Plus de 50 employés d'Environnement Canada, 500 000 spécimens d'espèces sauvages et du matériel de laboratoire valant des millions de dollars ont quitté les locaux exigus qu'ils occupaient dans un édifice historique de Hull pour emménager dans des installations spécialement construites à leur intention sur le campus de l'université Carleton d'Ottawa.

L'édifice à cinq niveaux du Centre national de la recherche faunique (CNRF), érigé au coût de 15 millions de dollars, est presque deux fois plus grand que les anciens locaux du Centre. Il contient en effet près de 6 000 m² d'espace, dont plus de la moitié sont réservés aux laboratoires. On a choisi de le construire sur le campus afin de favoriser une collaboration plus étroite avec les universitaires de Carleton. Ceux-ci pourront accéder facilement aux données, à l'équipement et aux spécimens du CNRF, tandis que les chercheurs du Centre auront la possibilité de servir de mentors aux étudiants. Les nouvelles installations, qui communiquent avec le département de biologie de l'université, sont dotées de bureaux pouvant accueillir 24 étudiants du niveau supérieur.

Créé en 1976, le Centre est le plus grand laboratoire de toxicologie des espèces sauvages du Canada. Il constitue la principale source de connaissances et d'expertise du gouvernement fédéral relativement aux effets des substances toxiques sur les organismes sauvages et à l'utilisation de certaines espèces comme indicateurs de la qualité de l'environnement. Grâce aux examens de données, aux observations sur le terrain, à la récolte d'échantillons ainsi qu'aux analyses et aux tests effectués en laboratoire, les chercheurs identifient les produits chimiques toxiques découverts dans certaines espèces sauvages, en recherchent l'origine, puis prédisent et mesurent leurs effets depuis le niveau physiologique jusqu'à celui des populations.

Bien qu'une grande partie du travail sur le terrain se déroule dans différentes régions, la plupart des travaux de laboratoire ne sauraient s'effectuer sans le matériel d'analyse perfectionné du CNRF. Le personnel des laboratoires identifie et mesure les quantités infimes de résidus chimiques — pesticides, polluants industriels ou métaux, par exemple — contenus dans les spécimens recueillis sur le terrain, ainsi que les manifestations biologiques de leurs effets sur les tissus et les organes de ces spécimens. Dans le cadre d'études en laboratoire, il procède également à ces opérations sur des organismes (généralement des œufs de poule fertilisés) délibérément exposés à des quantités déterminées de contaminants présentant un intérêt particulier.

Les installations de Carleton sont dotées d'un nouvel équipement d'une valeur de 2,2 millions de dollars, dont une serre et des chambres de culture destinées à l'étude du sort et des effets des herbicides. Toutefois, la ressource la plus caractéristique du CNRF demeure la banque de spécimens d'espèces sauvages : une collection de corps, d'os, d'organes, d'ailes, de sang et d'œufs d'origine essentiellement aviaire ainsi que d'autres tissus provenant d'amphibiens, de reptiles, de mammifères (surtout arctiques) et de plantes. Constituée au fil des 25 dernières années, cette banque permet aux chercheurs d'évaluer les variations de la qualité de l'environnement dans l'espace et dans le temps révélées par la modification des types et des quantités de contaminants découverts dans les espèces sauvages.

Les énormes chambres frigorifiques du nouvel édifice où sont conservés les spécimens (à la température plutôt fraîche de - 40°C) sont plus grandes de 50 p. 100 que les anciennes, ce qui leur permettra d'accueillir les nouveaux spécimens ajoutés à la collection au rythme de plus de 6 500 par année. Certains processus chimiques qui se produisent à des températures élevées doivent être suspendus jusqu'à ce que les tissus aient été analysés. On conserve donc une partie de ceux-ci dans des congélateurs horizontaux ou dans des chambres spéciales refroidies à l'azote liquide où le mercure descend à -196 °C.

Un autre aspect important du travail du CNRF consiste à effectuer des recherches et des enquêtes sur les populations d'oiseaux migrateurs — oiseaux de mer ou de rivage, oies et oiseaux terrestres. Les biologistes d'Environnement Canada voyagent aux quatre coins de l'hémisphère occidental pour étudier et surveiller les lieux de nidification et d'hivernage, la prédation, la reproduction et d'autres traits de comportement. Leurs travaux ont fourni des renseignements importants sur les tendances démographiques, l'écologie et les changements climatiques. En outre, le Centre administre et coordonne tous les projets de bagage d'oiseaux du Canada en plus d'obtenir et de mettre à jour les données provenant des grandes enquêtes nationales sur les populations, notamment l'Enquête nationale sur les prises et le Relevé des oiseaux nicheurs d'Amérique du Nord.

Les nouveaux locaux du Centre national de la recherche faunique à l'université Carleton.

Le Centre national de la recherche faunique publie les résultats de ses études dans tout un éventail de documents scientifiques ou techniques. En fournissant des renseignements et des conseils relativement aux facteurs qui influent sur la santé des espèces sauvages et des écosystèmes, il encourage la conservation et la protection, en plus d'être responsable du fondement scientifique des politiques et des programmes qui visent à prévenir, à atténuer ou à corriger les effets des substances toxiques sur l'écologie. Par ailleurs, les possibilités de collaboration inhérentes au nouvel emplacement du Centre aideront celui-ci à employer ses ressources de façon optimale pour accroître les connaissances et l'expertise dans ces domaines d'étude d'une importance cruciale. S•E

POUR UN PROCESSUS DÉCISIONNEL DURABLE

Les Canadiens et Canadiennes comprennent mieux les répercussions de l'activité humaine sur l'environnement depuis l'entrée en vigueur de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, en 1995. Un processus d'évaluation semblable à celui que prévoit cette loi pour les grands projets fédéraux est maintenant appliqué à certains projets, politiques et programmes fédéraux.

Baptisé évaluation environnementale stratégique (EES), ce processus repose sur une directive gouvernementale de 1999 selon laquelle il faut procéder à une EES lorsqu'une proposition dont la mise en œuvre risque d'avoir des effets importants sur l'environnement est soumise à l'approbation d'un ministre ou du Cabinet. Citons en exemple les propositions de politiques, de projets et de programmes qui portent sur des sujets tels que la gestion des déchets, la consommation des ressources, la préservation de l'environnement, la gestion des terres et la réglementation des polluants.

L'évaluation environnementale stratégique contribue à améliorer le processus décisionnel, car elle permet de déterminer les effets environnementaux des propositions au stade de la conception et de les modifier afin d'accroître les avantages et d'atténuer les répercussions négatives. En plus d'aider à réduire les dommages causés à l'environnement, l'EES concourt à protéger la santé et le bien-être humains, à diminuer les coûts des mesures correctives et à simplifier les évaluations à l'étape de projet en favorisant la définition et la résolution de questions génériques.

Étapes clés d'une EES

1. Définir les principaux enjeux, notamment environnementaux, et leurs conséquences possibles. Déterminer les renseignements qui sont nécessaires à la réalisation de l'évaluation et les personnes qui devraient y participer.
2. Préciser les options, y compris le statut quo qui servira de repère.
3. Évaluer les effets probables de chaque option et leur ampleur sur les environnements aquatique, terrestre et atmosphérique, y compris la faune et la santé humaine.
4. Déterminer ce qui peut être fait pour accroître les effets favorables de ces options et éviter ou atténuer les effets néfastes. De plus, déterminer les effets environnementaux qui pourraient persister après l'étape d'atténuation.

Au cours de la dernière année, Environnement Canada (EC) a peaufiné son processus d'EES pour mieux atteindre les objectifs de sa *Stratégie du développement durable* et les buts qu'il s'est fixés dans des domaines prioritaires tels que la qualité de l'air et de l'eau et la biodiversité. EC est unique parmi les ministères fédéraux parce que toutes ses activités visent à protéger et à améliorer le patrimoine environnemental canadien. À ce titre, il dirige une vingtaine d'EES par année, en plus de fournir des analyses et de donner des conseils à d'autres ministères et à des organismes. EC a procédé à l'EES de ces projets, pour n'en nommer que quelques-uns : *Loi sur les espèces en péril*, *Plan d'action du bassin des Grands Lacs 2020*, et l'exploitation du gaz et du pétrole dans le refuge d'oiseaux de l'île Kendall, dans l'Arctique.

Les évaluations stratégiques environnementales contribuent à améliorer le processus décisionnel, car elles permettent de déterminer les effets environnementaux d'une proposition au stade de sa conception.

À Environnement Canada, les EES sont effectuées par de petites équipes qui ont une expertise dans des domaines tels que les politiques, l'exploitation et les sciences. Les membres font de la recherche, réalisent des études et consultent des conseillers externes, des intervenants et des citoyens afin de collecter des renseignements. La science joue un rôle essentiel dans la prédiction et l'analyse des effets, l'étayage des affirmations, l'élaboration des indicateurs de durabilité et le choix des mesures d'amélioration et d'atténuation les plus récentes.

En formulant une politique d'exploitation du gaz et du pétrole dans le refuge d'oiseaux de l'île Kendall, par exemple, Environnement Canada a tenu compte des effets sur l'habitat arctique vulnérable, sur les oiseaux migrateurs et sur la qualité de l'eau, de l'air et du sol. Il a également examiné les incidences économiques et sociales indirectes qu'entraîneraient les répercussions environnementales, y compris le coût du rétablissement de l'habitat et les effets sur les traditions et les moyens de subsistance des chasseurs et des collectivités locaux.

Même si l'EES constitue un pilier de l'élaboration des politiques, des plans et des programmes avant qu'ils ne soient mis en oeuvre, ceux-ci devraient continuer d'évoluer durant leur cycle de vie. La surveillance et le suivi exercés après une évaluation peuvent aider à déterminer la validité de la prévision des répercussions et l'efficacité des mesures d'atténuation et contribuer à déterminer les modifications qui pourraient accroître les avantages du point de vue de l'environnement.

Environnement Canada s'affaire actuellement à publier une version à jour du manuel de l'EES ainsi qu'un disque compact de formation, un dépliant et une affiche, qui seront tous disponibles d'ici la fin de 2002. Ces outils contribueront à ce que les considérations environnementales demeurent une priorité aux plus hauts niveaux décisionnels. S et E

Bulletin S et E

Ce bulletin présente tous les deux mois de l'information sur les travaux de pointe d'Environnement Canada, en sciences et en technologie.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet mentionné dans le présent bulletin ou dans des numéros antérieurs, veuillez consulter le site Web de *S et E* à l'adresse [www.ec.gc.ca/science]. Bon nombre des publications ministérielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca] ou peuvent être commandées auprès de l'Infomathèque au 1-800-668-6767.

Il est possible d'obtenir les coordonnées de scientifiques en communiquant avec Amanda Cahoon, éditeur du *Bulletin*, par courrier électronique à Amanda.Cahoon@ec.gc.ca ou par téléphone au (819) 953-6846. Les commentaires ou suggestions sont accueillis favorablement.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801 Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2002